

30秒坐立试验联合COPD患者自我评估测试评分对运动性低氧的预测价值及临床应用研究

杨天祎¹, 司徒炫明², 曲木诗玮³, 王思远¹, 江山¹, 杨汀^{3*}

1.100029 北京市, 中日友好医院康复医学科

2.528455 中山市, 北京积水潭医院中山骨科医院疼痛康复中心

3.100029 北京市, 中日友好医院呼吸中心呼吸与危重症医学科 国家呼吸医学中心 中国医学科学院呼吸病学研究院 国家呼吸疾病临床医学研究中心 世界卫生组织戒烟与呼吸疾病预防合作中心

* 通信作者: 杨汀, 主任医师, 教授, 博士生导师; E-mail: zryyyangting@163.com

【摘要】 背景 慢性阻塞性肺疾病 (COPD) 是老年患者常见呼吸系统疾病之一, 活动时外周经皮血氧饱和度 (SpO_2) 下降是普遍存在的现象, 与疾病预后存在相关性, 目前诱导运动性低氧 (EID) 的评估结论不一。目的 探究适合社区及居家 COPD 患者诱导 EID 的方法。方法 回顾性选择中日友好医院 2021 年 1 月—2023 年 8 月收治的 76 例 COPD 稳定期患者为研究对象。收集六分钟步行测试 (6MWT) 中静息 SpO_2 与运动中最低 SpO_2 (ΔSpO_2), 以 $\Delta SpO_2 \geq 4\%$ 为 EID 判定标准。根据有无 EID 分为非 EID 组和 EID 组, 比较两组的肺功能指标、30 秒坐立试验 (30s STST) ΔSpO_2 、COPD 患者自我评估测试 (CAT) 评分。探究 6MWT 试验 ΔSpO_2 与 30s STST ΔSpO_2 、CAT 评分的关系; 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析 30s STST ΔSpO_2 、CAT 评分及二者联合对 EID 的预测价值。结果 非 EID 组 ($n=29$) 与 EID 组 ($n=47$) 中 30s STST ΔSpO_2 、CAT 评分比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 30s STST ΔSpO_2 预测 EID 截断值是 2, 灵敏度为 59.6%, 特异度为 82.8%, 受试者工作特征曲线下面积 (AUC) 为 0.730 (95%CI=0.614~0.846, $P<0.05$); CAT 评分预测 EID 截断值是 13 分, 灵敏度为 48.9%, 特异度为 79.3%, 受试者工作特征曲线下面积 (AUC) 为 0.712 (95%CI=0.596~0.828), $P<0.05$; 30s STST ΔSpO_2 联合 CAT 评分预测 EID 是 0.593, 灵敏度为 70.2%, 特异度为 72.4%, 受试者工作特征曲线下面积 (AUC) 为 0.765 (95%CI=0.659~0.871, $P<0.001$)。结论 30s STST 诱发 $SpO_2 \geq 2\%$ 、CAT 评分 ≥ 13 分, 需警惕 EID 的发生可能; 30s STST、CAT 评分可以成为社区及居家预测稳定期 COPD 患者诱导 EID 的测评方法。

【关键词】 肺疾病, 慢性阻塞性; 坐立试验; 低氧血症; 运动性低氧; 居家康复; 预测

【中图分类号】 R 563.9 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0830

Predictive Value of the Oxygen Desaturation Induced by the 30-second Sit-to-stand-test combined with COPD Patient Self-assessment Test in Exercise-induced Hypoxemia and Its Clinical Application

YANG Tianyi¹, SITU Xuanming², QUMU Shiwei³, WANG Siyuan¹, JIANG Shan¹, YANG Ting^{3*}

1. Department of Rehabilitation Medicine, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China

2. Pain and Rehabilitation Center, Beijing Jishuitan Hospital Zhongshan Orthopedic Hospital, Zhongshan 528455, China

3. Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Center of Respiratory Medicine, China-Japan Friendship Hospital/National Center for Respiratory Medicine/Institute of Respiratory Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences/National Clinical Research Center for Respiratory Disease/WHO Collaborating Centre for Tobacco Cessation and Respiratory Diseases Prevention, Beijing 100029, China

基金项目: 中国医学科学院医学与健康科技创新工程 2021 年重大协同创新项目 (2021-12M-1-049)

引用本文: 杨天祎, 司徒炫明, 曲木诗玮, 等.30秒坐立试验联合COPD患者自我评估测试评分对运动性低氧的预测价值及临床应用研究 [J]. 中国全科医学, 2024. [Epub ahead of print]. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0830. [www.chinagp.net]

YANG T Y, SITU X M, QUMU S W, et al. Predictive value of the oxygen desaturation induced by the 30-second sit-to-stand-test combined with copd patient self-assessment test in exercise-induced hypoxemia and its clinical application [J]. Chinese General Practice, 2024. [Epub ahead of print].

© Editorial Office of Chinese General Practice. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license.

*Corresponding author: YANG Ting, Chief physician/Professor/Doctoral supervisor; E-mail: zryyyangting@163.com

【Abstract】 **Background** Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is one of the most common respiratory diseases in elderly patients, and a decrease in oxygen saturation during activity is a common phenomenon correlated with the prognosis. Current assessment of exercise-induced hypoxia (EID) has yielded controversial results. **Objective** To explore methods suitable for inducing EID in community and home-based COPD patients. **Methods** This was a retrospective study involving 76 patients with stable COPD admitted to China-Japan Friendship Hospital from January 2021 to August 2023. Resting oxygen saturation and the lowest oxygen saturation during exercise (ΔSpO_2) in the six-minute walk test (6MWT) were recorded. Based on the criterion of $\Delta \text{SpO}_2 \geq 4\%$ for the diagnosis of EID, patients were assigned into non-EID group and EID group. Pulmonary function indicators, ΔSpO_2 during 30-second sit-to-stand-test (30s STST), and COPD Assessment Test (CAT) were compared between the two groups. The correlation of ΔSpO_2 in 6MWT with ΔSpO_2 of 30s STST and CAT scores was identified. The predictive value of ΔSpO_2 of 30s STST, CAT score, and ΔSpO_2 of 30s STST combined with CAT score in predicting EID was analyzed using the receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** There were significant differences in the ΔSpO_2 of 30s STST and CAT score between non-EID group and EID group. The cut-off value of ΔSpO_2 of 30s STST in predicting EID was 2, with the sensitivity, specificity and area under the curve (AUC) of 59.6%, 82.8%, 0.730 (95%CI=0.614–0.846, $P<0.05$), respectively. The cut-off value of CAT scores in predicting EID was 13, with the sensitivity, specificity and AUC of 48.9%, 79.3%, 0.712 (95%CI=0.596–0.828, $P<0.05$), respectively. The cut-off value of ΔSpO_2 of 30s STST combined with CAT scores in predicting EID was 0.593, with the sensitivity, specificity and AUC of 70.2%, 72.4% and 0.765 (95%CI 0.659–0.871, $P<0.001$), respectively. **Conclusion** ΔSpO_2 of 30s STST $\geq 2\%$ and CAT score ≥ 13 points alarm the development of EID. The 30s STST and CAT can be used as community and home-based measures to predict the induction of EID in patients with stable COPD.

【Key words】 Pulmonary disease, chronic obstructive; Sit-to-stand-test; Anoxemia; Exercise induced hypoxia; Home-based rehabilitation; Forecasting

慢性阻塞性肺疾病 (COPD) 是一种异质性的肺部疾病, 引起呼吸困难、咳嗽、痰液生成和 / 或加重等慢性呼吸道症状, 导致持续且反复恶化的气流阻塞^[1]。目前 COPD 已是全世界第三大死亡原因, 从 2011 年开始, 慢性阻塞性肺疾病全球防治倡议指南 (GOLD) 年度报告改变传统评估方法, 从完全基于肺功能参数转向临床指标, 例如症状评估、呼吸困难情况等^[2]。外周经皮血氧饱和度 (SpO_2) 是重要呼吸生理参数, 可反映机体是否缺氧及缺氧程度。在临床研究中运动性低氧 (EID) 定义为六分钟步行测试 (6MWT) 或心肺功能测试 (CPET) 过程中静息 SpO_2 与运动中最低 SpO_2 差值 (ΔSpO_2) $\geq 4\%$ 和 / 或运动中最低 $\text{SpO}_2 < 90\%$ ^[3]。EID 的病因是多因素的, 例如通气 - 灌注不匹配、肺泡通气不足、弥散型限制、混合静脉血中氧含量减少等^[4]。EID 患者的特点是严重气流受限、一氧化碳弥散能力下降、静息动脉氧合减少、存在肺气肿^[5]。低氧血症与运动耐量受损和死亡率增加有关^[6]。目前在临床中测量 EID 方法包括监测患者安静时 SpO_2 、最大呼气第 1 秒呼出的气量容积 (FEV_1)、一氧化碳弥散量 (DLCO), 但在社区及居家中开展仍有局限, 故寻找简易、直接评估 EID 的方法亟待解决。本研究探讨 COPD 稳定期患者 6MWT 中 EID 与 30 秒坐立试验 (30s STST) 及 COPD 患者自我评估测试 (COPD patient self-assessment test, CAT)

评分的相关性, 探讨可在社区或居家中预测 COPD 稳定期患者诱导发生 EID 简便、准确的方法。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性选择中日友好医院 2021 年 1 月—2023 年 8 月收治的 76 例 COPD 稳定期患者为研究对象。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准: (1) COPD 的诊断标准和肺受损程度分级依据 2021 版 GOLD 指南^[7], 患者均符合 COPD 的诊断标准且处于稳定期。(2) 行 6MWT 试验、30s STST、CAT 评分相关评估。

排除标准: 按照《六分钟步行试验临床规范应用中国专家共识》中绝对禁忌证和相对禁忌证, 排除不符合条件的患者^[8]。本研究已获得中日友好医院临床研究伦理委员会审批 (伦理编号 2022-KY-141), 研究对象均同意且已签署知情同意书。

1.3 资料收集

1.3.1 人口学资料: 从肺功能报告中收集患者的人口统计学数据 (即年龄、性别) 和人体测量数据 (即身高、体重) 并计算 BMI。

1.3.2 检测指标及方法: (1) 由资质合格的肺功能检查技师按照标准要求完成肺功能检查^[9]。(2) 6MWT, 用于评价运动耐量、医疗干预效果及判定预后。

选择长度 30 m 且少有人经过的平直走廊进行评估, 要求患者在 6 min 内全力步行, 根据自身情况调整步行速度, 收集 6MWT 试验中 ΔSpO_2 。由训练有素的医院工作人员按照指南要求进行操作且监督^[8]。收集试验开始前 ΔSpO_2 , EID 判定标准为 $\Delta \text{SpO}_2 \geq 4\%$ 。(3) 30s STST, 用于测量下肢周围肌肉力量。按照标准测试要求选择座椅平面到地板高度为 47 cm 的椅子且靠墙以保持固定, 患者坐在座椅上, 同时双脚平放于地面上, 手臂和手腕交叉并抱于胸前。医院工作人员发出“开始”信号同时计时, 患者完成一个完整站立姿势然后坐下, 触摸座椅为一个动作单元。在不使用手臂帮助的前提下, 30 s 内下尽可能多的重复“站立-坐下”的动作。对每一个合格的计数, 患者需完成一个动作单元。确保良好动作时给予鼓励。医院工作人员记录试验开始前的静息 SpO_2 、试验中最低 SPO_2 、完成个数及疲劳程度^[10]。(4) CAT 评分用于补充肺功能测定和评估风险, 包含咳嗽、运动、精力等 8 个维度。旨在评估和量化 COPD 患者的健康状况和症状负担^[11]。总分 40 分, 0~10、11~20、21~30、31~40 的分数分别代表轻度、中度、严重或非常严重的临床影响^[12]。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据处理及分析。符合正态分布的计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 两组间比较采用成组 t 检验; 不符合正态分布时以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 组间比较采用 Mann-Whitney 检验。计数资料以相对数表示, 组间比较采用 χ^2 检验。采用受试者工作特性

(ROC) 曲线评价 30s STST ΔSpO_2 、CAT 评分对 6MWT 试验 ΔSpO_2 的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 人口学资料分析

76 例 COPD 稳定期患者年龄 32~87 岁、平均年龄 (64 ± 10) 岁, BMI 17.3~29.9 kg/m²、平均 BMI (24.4 ± 3.1) kg/m²; 男性患者 59 例, 年龄 42~87 岁、平均年龄 (66 ± 9) 岁, BMI 17.3~29.8 kg/m²、平均 BMI (24.5 ± 2.9) kg/m²; 女性患者 17 例, 年龄 32~75 岁, 平均年龄 (61 ± 11) 岁, BMI 17.4~29.9 kg/m², 平均 BMI (24.1 ± 3.7) kg/m²。

两组患者性别、年龄及 BMI 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

2.2 非 EID 组与 EID 组患者 30s STST ΔSpO_2 、CAT 评分、肺功能指标比较

两组的 30s STST ΔSpO_2 、CAT 评分、肺一氧化碳弥散量占预计值百分比 (DLCO/SB%pred)、每升肺泡气量的肺一氧化碳弥散量占预计值百分比 (DLCO/VA%pred) 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组第 1 秒钟用力呼气容积与用力肺活量的比值 (FEV₁/FVC)、第 1 秒用力呼气容积占预计值百分比 (FEV₁%pred)、呼气峰值流速 (PEF)、用力呼出肺活量 25% 时流速 (MEF25)、用力呼出肺活量 50% 时流速 (MEF50)、用力呼气中期流速 (MMEF75/25) 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

表 1 非 EID 与 EID 患者 30 s STST ΔSpO_2 、CAT 评分、肺功能指标比较

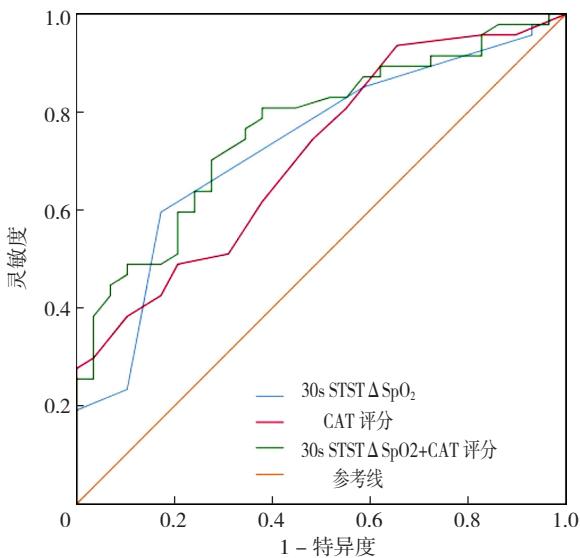
Table 1 Comparison of ΔSpO_2 of 30s STST, CAT scores and pulmonary function indicators between non-EID group and EID group

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	30s STST ΔSpO_2 [M (P ₂₅ , P ₇₅), %]	CAT 评分 [M (P ₂₅ , P ₇₅), 分]	肺功能指标	
							FEV ₁ /FVC [M (P ₂₅ , P ₇₅), %]	FEV ₁ %pred [M (P ₂₅ , P ₇₅), %]
非 EID 组	29	22/7	62.83 ± 10.67	24.15 ± 3.25	1 (0, 1)	8 (4, 12)	66.61 (52.39, 75.30)	65.00 (49.21, 72.44)
EID 组	47	37/10	65.47 ± 9.46	24.55 ± 2.96	2 (1, 2)	12 (8, 18)	56.70 (48.01, 70.03)	61.87 (51.93, 70.06)
检验统计量值		0.085 ^a	-1.125	-0.551	-3.449 ^b	-3.101 ^b	-1.449 ^b	-0.567 ^b
P 值		0.771	0.264	0.583	0.001	0.002	0.147	0.571
肺功能指标								
组别	PEF (%)	MEF25 [M (P ₂₅ , P ₇₅), %]	MEF50 [M (P ₂₅ , P ₇₅), %]	MMEF75/25 [M (P ₂₅ , P ₇₅), %]	DLCO/SB% pred (%)	DLCO/VA% pred (%)		
非 EID	89.11 ± 21.56	25.50 (18.65, 36.90)	33.80 (19.45, 50.65)	30.30 (20.30, 43.60)	83.36 ± 20.54	91.41 ± 19.25		
EID	77.69 ± 28.61	20.30 (15.90, 28.10)	23.70 (14.70, 38.70)	22.00 (16.10, 36.70)	71.63 ± 21.43	78.49 ± 24.33		
检验统计量值	1.848	-1.55 ^b	-1.94 ^b	-1.95 ^b	2.355	2.427		
P 值	0.069	0.121	0.053	0.051	0.021	0.018		

注: 30s STST ΔSpO_2 =30 秒坐立试验 ΔSpO_2 , CAT=COPD 患者自我评估测试, FEV₁/FVC (%)=第 1 秒用力呼气量占用力肺活量百分比 (FEV₁%), FEV₁%pred=第 1 秒用力呼气的容积占预计值百分比, PEF=呼气峰值流速, MEF25=用力呼出肺活量 25% 时流速, MEF50=用力呼出肺活量 50% 时流速, MMEF75/25=用力呼气中期流速, DLCO/SB%pred=肺一氧化碳弥散量占预计值百分比, DLCO/VA%pred=每升肺泡气量的肺一氧化碳弥散量占预计值百分比; ^a 为 χ^2 值, ^b 为 Z 值, 余检验统计量值为 t 值。

表 2 30s STST Δ SpO₂、CAT 评分及二者联合预测价值Table 2 Predictive value of Δ SpO₂ of 30s STST, CAT score, and

指标	AUC	95%CI	灵敏度 (%)	特异度 (%)	最佳截断值	P 值
30s STST Δ SpO ₂	0.730	0.614~0.846	59.6%	82.8%	2	0.001
CAT 评分	0.712	0.596~0.828	48.9%	79.3%	13 分	0.002
30s STST Δ SpO ₂ +CAT 评分	0.765	0.659~0.871	70.2%	72.4%	0.593	0.000



注: 30s STST Δ SpO₂=30 秒坐立试验 Δ SpO₂, CAT=COPD 患者自我评估测试。

图 1 COPD 稳定期患者 30s STST 时 Δ SpO₂、CAT 评分预测 EID 的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curves visualizing the predictive values of Δ SpO₂ of 30s STST and CAT scores in EID of patients with stable COPD

2.3 30s STST Δ SpO₂、CAT 评分及联合预测价值

30s STST Δ SpO₂ 预测 EID 截断值是 2, 灵敏度为 59.6%, 特异度为 82.8%, ROC 曲线下面积 (AUC) 为 0.730 (95%CI=0.614~0.846, $P<0.05$)。CAT 评分预测 EID 截断值是 13 分, 灵敏度为 48.9%, 特异度为 79.3%, 受试者工作特征曲线下面积 (AUC) 为 0.712 (95%CI=0.596~0.828, $P<0.05$)。30s STST Δ SpO₂ 联合 CAT 评分预测 EID 的截断值是 0.593, 灵敏度为 70.2%, 特异度为 72.4%, 受试者工作特征曲线下面积 (AUC) 为 0.765 (95%CI=0.659~0.871, $P<0.001$), 见表 2、图 1。

3 讨论

研究发现 EID 是死亡和病情加重的危险因素^[13], 与非 EID 患者相比, 在定量计算机断层扫描中发生 EID 的患者表现为更严重的肺气肿, 死亡风险高达 2.4~2.7 倍^[14]。COPD 患者发生 EID 与运动能力下降、严重气流受限、通气/灌注比不匹配、动态过度通气、弥散

功能受限、肌力下降、日常生活能力受限相关^[15]。COPD 后遗症之一是慢性低氧血症, 易造成肺动脉高压、神经认知功能障碍、继发性红细胞增多症、全身系统性炎症、骨骼肌功能障碍、骨质下降、抑郁症等^[16], 将进一步导致生活质量下降、运动耐量降低、心血管发病风险增加以及死亡风险增加。在社区及居家中协助评估 COPD 患者是否发生 EID 有重要临床意义。

坐立试验 (STST) 于 1985 年首次在文献中提出^[17], 主要作为评价患者功能、日常生活能力的评估工具。在 COPD 患者中使用 STST 的研究始于 2007 年^[18], 近 15 年相关研究的报道开始增加。主要研究 STST 与 6MWT 距离、优势手握力、股四头肌肌力、COPD 圣·乔治医院呼吸问题调查问卷、CAT 评分、改良版英国医学研究委员会呼吸困难问卷、COPD 预后指数 (BODE 指数和 ADO 指数) 的相关性。STST 与上述指标均存在相关性^[19~20]。既往预测 EID 所需的肺功能设备昂贵且需要专业技术人员操作, 6MWT 试验需要较大空间进行评估, 对潜在 EID 患者来说, 需要去三级医院就诊, 耗时较长且存在一定风险。应用 30s STST 无需场地、测量工具限制, 试验操作简单易行, 仅需要椅子和指脉搏血氧饱和度仪即可, 设备易于管理, 被视为 6MWT 的替代方法, 是社区及居家的理想测试。在既往研究中 30s STST 与肌肉力量、运动耐力之间有相关性^[21], 未关注试验前后 SpO₂ 变化情况。本研究通过计算并研究 30s STST 与 6MWT 试验前后血氧饱和度差值的变化, 非 EID 组与 EID 组中 30s STST Δ SpO₂ 有差异, 6MWT 试验前与 30s STST 后 Δ SpO₂ 的变化存在相关性; 30s STST Δ SpO₂ 预测 EID 截断值是 2, 灵敏度为 59.6%, 特异度为 82.8%, AUC 为 0.730。提示社区医师评估或患者自评 30s STST 实验, 观察 SpO₂ 前后变化情况, 若下降超过 2%, 患者存在 EID 风险, 需及时进行临床干预, 避免造成慢性功能损伤。

CAT 评分为临床医生和患者提供简单可靠且与健康状况相关的衡量标准, 它不是一个诊断工具, 其作用为补充肺功能测量结果、评估急性加重状态和预测未来风险^[22], 促进医生对患者疾病信息的收集以便双方对疾病的严重程度达成共识。使 COPD 治疗更有针对性, 并优化患者管理。既往研究发现 CAT 评分与 GOLD 分级、气流限制程度与 DLCO 均存在相关性^[23], 在本研究中 CAT 评分与 COPD 患者 EID 存在相关性且可预测 EID 的发生, 最佳截断值为 13, COPD 患者进行自我评估测试时, 得分 ≥ 13 分, 存在 EID 风险。与其他 COPD 疾病特异性生活质量量表相比, CAT 耗时较短, 在 GOLD 分组中必不可少, 选择 CAT 评分有利于降低时间成本, 提高本项工具的实用性。

在社区评估及居家自我测评中, 通过 30s STST 与

CAT 评分两项评估方法即能力测试和问卷评估相结合，补充主观评分的局限性，可更好预测 EID 发生、降低运动风险，需要及时氧气治疗或医院就诊。目前全球数字化转型，应用通信技术实现远程康复服务，已发表了专注于不同远程医疗计划对 COPD 患者影响的研究^[24]。COPD 患者大多数为老年人，且存在多种并发症，例如心血管疾病、阻塞性睡眠呼吸暂停综合症、高血压、糖尿病等，更易受到新型冠状病毒疾病肺炎、流感病毒侵袭，为减少上述情况发生，患者采取减少社交活动、户外运动手段；造成腹型肥胖、肌肉质量不佳、心肺耐力下降、抑郁情绪增加等情况^[25]。未来由门诊康复、住院康复等传统方式向远程康复、居家康复等智能方式转型，将会是未来热点研究方向，STST 及 CAT 评分无需大型设备，可作为快速有效的评估方法，记录患者功能和健康状况。

本研究存在局限性，本试验研究纳入样本量较少，单一中心研究可能会受到选择性偏倚影响。入选患者文化程度不同，CAT 评分可能会受到患者主观感受影响。30s STST 中患者身高与腿长不同，对于标准化座椅高度可能会受到影响，本研究未进行进一步分组，性别因素的影响尚不清楚。未来需要多中心大样本研究。

综上所述，6MWT 试验 ΔSpO_2 与 30s STST ΔSpO_2 、CAT 评分均存在相关性，可作为社区及远程中预测 COPD 稳定期患者诱导发生 EID 的重要补充条件，在社区康复及远程康复中可作为重要评估手段，适合推广。

作者贡献：杨天祎提出主要研究目标，负责研究的构思与设计，研究的实施，撰写论文；司徒炫明、曲木诗玮进行数据的收集与整理，统计学处理，图、表的绘制与展示；王思远进行论文的修订；江山、杨汀负责文章的质量控制与审查，对文章整体负责，监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] AGUSTÍ A, CELLI B R, CRINER G J, et al. Global initiative for chronic obstructive lung disease 2023 report: gold executive summary [J]. Eur Respir J, 2023, 61 (4) : 2300239. DOI: 10.1183/13993003.00239-2023.

[2] BARTZIOKAS K, PAPAPORFYRIOU A, HILLAS G, et al. Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD) recommendations: strengths and concerns for future needs [J]. Postgrad Med, 2023, 135 (4) : 327-333. DOI: 10.1080/00325481.2022.2135893.

[3] YANG L L, SHI M H, SITU X M, et al. Prediction of exercise-induced desaturation in COPD patients without resting hypoxemia: a retrospective study [J]. BMC Pulm Med, 2022, 22 (1) : 405. DOI: 10.1186/s12890-022-02174-w.

[4] DEL CASTILLO J G, CANDEL F, DE LA FUENTE J I, et al. Manejo integral del paciente con exacerbación aguda de la enfermedad pulmonar [J]. Revista Española De Quimioterapia, 2018, 31: 461-484.

[5] LIDÉN M, HJELMGREN O, VIKGREN J, et al. Multi-reader-multi-split annotation of emphysema in computed tomography [J]. J Digit Imaging, 2020, 33 (5) : 1185-1193. DOI: 10.1007/s10278-020-00378-2.

[6] KIM C, KO Y, LEE J S, et al. Predicting long-term mortality with two different criteria of exercise-induced desaturation in COPD [J]. Respir Med, 2021, 182: 106393. DOI: 10.1016/j.rmed.2021.106393.

[7] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组, 中国医师协会呼吸医师分会慢性阻塞性肺疾病工作委员会. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南 (2021 年修订版) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2021, 44 (3) : 170-205. DOI: 10.3760/cma.j.cn112147-20210109-00031.

[8] 中华医学会老年医学分会. 老年患者 6 分钟步行试验临床应用中国专家共识 [J]. 中华老年医学杂志, 2020, 39 (11) : 1241-1250. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2020.11.001.

[9] ATS COMMITTEE ON PROFICIENCY STANDARDS FOR CLINICAL PULMONARY FUNCTION LABORATORIES. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2002, 166 (1) : 111-117. DOI: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.

[10] ZANINI A, CRISAFULLI E, D' ANDRIA M, et al. Minimum clinically important difference in 30-s sit-to-stand test after pulmonary rehabilitation in subjects with COPD [J]. Respir Care, 2019, 64 (10) : 1261-1269. DOI: 10.4187/respcare.06694.

[11] ELBEHAIRY A F, GUENETTE J A, FAISAL A, et al. Mechanisms of exertional dyspnoea in symptomatic smokers without COPD [J]. Eur Respir J, 2016, 48 (3) : 694-705. DOI: 10.1183/13993003.00077-2016.

[12] SARI C P, HANIFAH S, ROSDIANA R, et al. The COPD (chronic obstructive pulmonary disease) assessment test: assessment of therapeutic outcomes of patients at private hospitals in Yogyakarta [J]. J Pharm Bioallied Sci, 2020, 12 (Suppl 2) : S821-S825. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS_302_19.

[13] GUPTA R, RUPPEL G L, ESPIRITU J R D. Exercise-induced oxygen desaturation during the 6-minute walk test [J]. Med Sci, 2020, 8 (1) : 8. DOI: 10.3390/medsci8010008.

[14] GARCÍA-TALAVERA I, FIGUEIRA-GONÇALVES J M, GOLPE R, et al. Early desaturation during 6-minute walk test is a predictor of mortality in COPD [J]. Lung, 2023, 201 (2) : 217-224. DOI: 10.1007/s00408-023-00613-x.

[15] LEE K Y, WU S M, KOU H Y, et al. Association of air pollution exposure with exercise-induced oxygen desaturation in COPD [J]. Respir Res, 2022, 23 (1) : 77. DOI: 10.1186/s12931-022-02000-1.

[16] KENT B D, MITCHELL P D, MCNICHOLAS W T. Hypoxemia in patients with COPD: cause, effects, and disease progression [J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2011, 6: 199-208. DOI: 10.2147/COPD.S10611.

[17] CSUKA M, MCCARTY D J. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength [J]. Am J Med, 1985, 78 (1) : 77-81. DOI: 10.1016/0002-9343 (85) 90465-6.

[18] OZALEVLI S, OZDEN A, ITIL O, et al. Comparison of the Sit-to-Stand Test with 6 Min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Respir Med*, 2007, 101 (2) : 286-293. DOI: 10.1016/j.rmed.2006.05.007.

[19] VAIDYA T, CHAMBELLAN A, DE BISSCHOP C. Sit-to-stand tests for COPD: a literature review [J]. *Respir Med*, 2017, 128: 70-77. DOI: 10.1016/j.rmed.2017.05.003.

[20] KAKAVAS S, PAPANIKOLAOU A, KOMPOGIORGAS S, et al. The correlation of sit-to-stand tests with COPD assessment test and GOLD staging classification [J]. *COPD*, 2020, 17 (6) : 655-661. DOI: 10.1080/15412555.2020.1825661.

[21] ZHANG Q, LI Y X, LI X L, et al. A comparative study of the five-repetition sit-to-stand test and the 30-second sit-to-stand test to assess exercise tolerance in COPD patients [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2018, 13: 2833-2839. DOI: 10.2147/COPD.S173509.

[22] GIL H I, ZO S, JONES P W, et al. Clinical characteristics of COPD patients according to COPD assessment test (CAT) score level: cross-sectional study [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2021, 16: 1509-1517. DOI: 10.2147/COPD.S297089.

[23] BANSODE P M, KUMAR C, M S. Usefulness of cat score in patients with stable copd and acute exacerbation of copd and it's co-relation with PFT [J]. *J Assoc Physicians India*, 2022, 70 (4): 11-12.

[24] GALDIZ J B, GÓMEZ A, RODRIGUEZ D, et al. Telerehabilitation programme as a maintenance strategy for COPD patients: a 12-month randomized clinical trial [J]. *Arch Bronconeumol*, 2021, 57 (3) : 195-204. DOI: 10.1016/j.arbres.2020.03.034.

[25] TSUTSUI M, GERAYELI F, SIN D D. Pulmonary rehabilitation in a post-COVID-19 world: telerehabilitation as a new standard in patients with COPD [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2021, 16: 379-391. DOI: 10.2147/COPD.S263031.

(收稿日期: 2023-10-20; 修回日期: 2024-04-20)

(本文编辑: 赵跃翠)